

MR2707-41



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Chung-Lung Pai :
Serial No. : 10/623,635 : Art Unit: Unknown
Filed : 22 July 2003 : Examiner: Unknown
Title : TEMPERATURE DETECTOR CIRCUIT
AND METHOD THEREOF

TRANSMITTAL LETTER ACCOMPANYING PRIORITY DOCUMENT

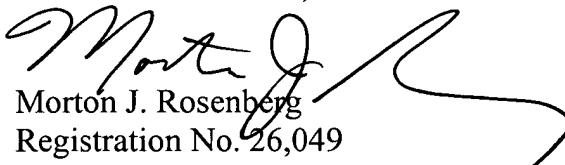
Box NO FEE
Honorable Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant, by the undersigned attorney, hereby submits the Priority Document for the above-referenced patent application. The Priority Document is Taiwan Patent Application, Serial No. 091116685 having a filing date of 25 July 2002. The priority was claimed in the Declaration for Patent Application as filed.

Please file this priority document in the file of the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,
FOR: ROSENBERG, KLEIN & LEE


Morton J. Rosenberg
Registration No. 26,049

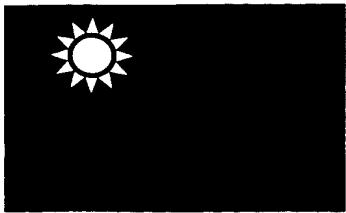
Dated: 22 Oct 2003

Suite 101
3458 Ellicott Center Drive
Ellicott City, MD 21043
Tel: 410-465-6678



04586

PATENT TRADEMARK OFFICE



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申 請 日 期：西元 2002 年 07 月 25 日
Application Date

申 請 案 號：091116685
Application No.

申 請 人：立錡科技股份有限公司
Applicant(s)

局 長
Director General

蔡 緣 生

發文日期：西元 2003 年 7 月 24 日
Issue Date

發文字號：**09220745950**
Serial No.

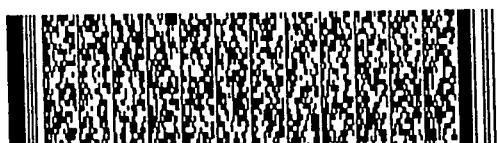
申請日期： 案號： 091116638
2024

類別：

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

| | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| 一、 發明名稱 | 中文 | 溫度偵測電路及方法 |
| | 英文 | |
| 二、 發明人 | 姓名 (中文) | 1. 白忠龍 |
| | 姓名 (英文) | 1. Chung-Lung Pai |
| | 國籍 | 1. 中華民國 |
| | 住、居所 | 1. 台北市龍江路179巷17弄5號 |
| 三、 申請人 | 姓名 (名稱) (中文) | 1. 立錡科技股份有限公司 |
| | 姓名 (名稱) (英文) | 1. |
| | 國籍 | 1. 中華民國 |
| | 住、居所 (事務所) | 1. 新竹縣竹北市台元街20號5樓 |
| | 代表人 姓名 (中文) | 1. 邱中和 |
| 代表人 姓名 (英文) | 1. | |



四、中文發明摘要 (發明之名稱：溫度偵測電路及方法)

一種溫度偵測電路及方法，俾在溫度達到一目標溫度時產生一信號，該溫度偵測電路包括串聯的第一及第二電流源，該第一電流源產生正比於絕對溫度的第一電壓並於溫度參考電流及第二電流源被設置在二電流的比值正比於該目標溫度對該參考溫度的比值。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

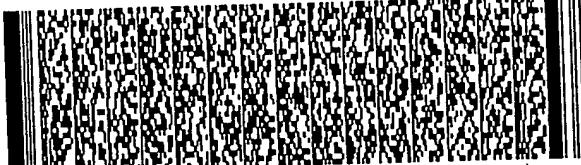
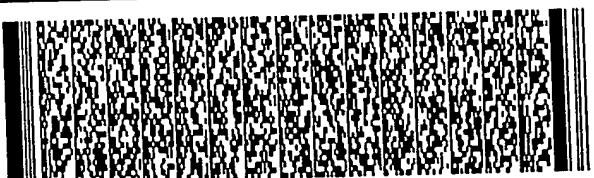
發明領域

本發明係有關一種溫度偵測電路及方法，特別是關於一種製作成積體電路(IC)的溫度偵測電路及其方法。

發明背景

IC裝置的工作溫度受到限制，當溫度上升至超出其被容許的臨界值，可能導致電路誤動作或IC被燒毀，因此產生溫度偵測電路的需求以提供必要的保護措施，特別是對於諸如中央處理器(CPU)的昂貴裝置。例如，溫度開關被用來偵測IC的溫度是否超出允許的範圍，以便即時切斷電源或啟動補救方案，以避免IC裝置被燒毀或發生電路誤動作。

第一圖為一習知的溫度偵測電路的示意圖，在一電源電壓VDD和接 地端GND之間連接的溫度偵測電路10，於溫度到達目標溫度(target temperature)時在輸出端17產生一信號。該電路10包括一正比於絕對溫度(proportional-to-absolute-temperature; PTAT)的電流源12連接在電源電壓VDD和一節點13之間，一電阻16連接在節點13和接 地端GND之間，一電晶體14的基極連接到節點13，射極連接到接 地端GND，以及集極連接到輸出端17，在電源電壓VDD和輸出端17之間連接一電流源18。當溫度上升時，PTAT電流源12所供應的電流 $I(T)$ 隨之增加，使得節點13上的電壓因而升高，最



五、發明說明 (2)

終該電壓將大到足以開啟電晶體 14，因而在輸出端 17 產生信號。設計此電路 10 中的各參數值，便可在目標溫度到達時產生信號。例如 Armstrong 等人在美國專利第 5,039,878 號中所提出的溫度偵測電路便屬於此類電路。

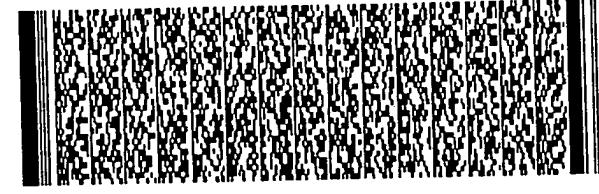
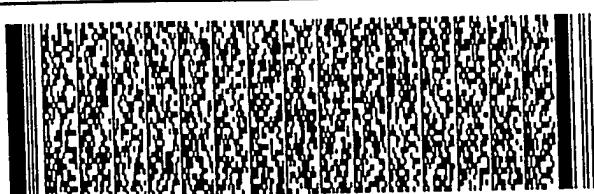
然而，IC 元件的參數與溫度有關，如果元件的參數因為製程的變動而未能符合設計值，將使得電路 10 提前或延後產生觸發信號，而非在目標溫度到達時動作。很不幸地，IC 製程的變動難以避免，而上述電路 10 的動作將致與於精準的製程參數，在大量製造時，由於製程的變動，使得產品的實際觸發溫度分佈曲線變寬，而無法獲取將致與溫度有關，一旦發生製程上的變動，其在高溫下的實際性能表現也很難在室溫下預測。換言之，想要使依照電路 10 製成的 IC 精準地在預設的溫度產生動作是難以達成的。再者，電路 10 的觸發係克服電晶體 14 的基-射極的開啟電壓(V_{be})，此一機制需要較長的反應時間。

因此，一種新的溫度偵測電路及方法乃為所冀。

發明目的與概述

本發明的主要目的，在於提出一種溫度偵測電路及方法，可以精準的達到溫度偵測的目的，幾乎不受製程變動的影響。

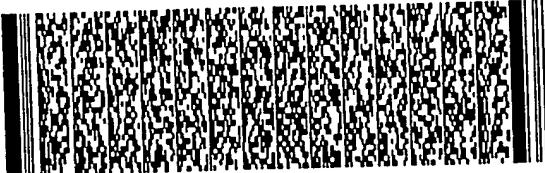
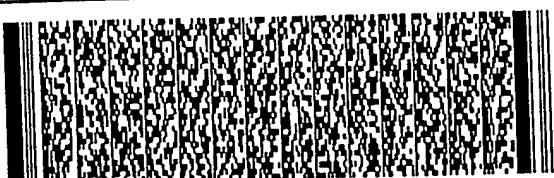
本發明的次一目的，在於提出一種溫度偵測電路及方法，能夠在任何溫度下校準。



五、發明說明 (3)

詳細說明

詳細說明
如第二圖所示，本發明之溫度偵測電路 20 包括第一電流源 22 連接在電源電壓 VDD 與節點 23 之間，第二電流源 24 連接在節點 23 與接地端 GND 之間，第一電流源 22 產生一正比於絕對溫度的電流，第二電流源 24 產生一正比於一參考電壓的電流，該參考電壓與溫度無關，可以使用例如能帶隙電壓產生器(bandgap voltage generator)來提供，此係習知技術，而節點 23 經輸出級 26 從輸出端 28 送出信號。第一及第二電流源及與溫度有關，且被設計為在一參考溫度時具有一預定的比值，質言之，在參考溫度時，正比於參考電壓的電流對正比於絕對溫度的電流的比值正比於目標溫度的絕對溫度對參考溫度的絕對溫度的比值。如此一來，在溫度達



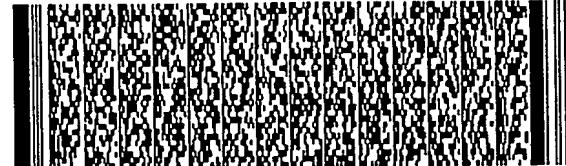
五、發明說明 (4)

到目標溫度時，在輸出端 2 3 將產生信號。較佳者，該參考溫度為室溫。

第三圖係實現第二圖的溫度偵測電路 2 0 的一個實施例電路。如圖中所示，溫度偵測電路 3 0 包括一正比於絕對溫度的電流產生器，其係由電阻 3 4 連接一對電晶體 3 5 及 3 6 所構成，並且，電晶體 3 5 連接一電流鏡的參考分支 5 0，電晶體 3 6 連接電流鏡的鏡射分支 5 2，電流鏡的另一鏡射分支 5 4 輸出一電流，鏡射分支 5 4 並連接至一電流鏡 5 9、一輸出電晶體 3 8 的閘極以及一輸出電容 6 6，NMOS 電晶體 3 8 的汲極則連接電流鏡的另一鏡射分支 5 6 及一輸出緩衝器 4 2，後者具有一輸出端 4 0，俾在目標溫度到達時產生信號；另一方面，由運算放大器 6 4 與 NMOS 電晶體 6 2 組成的傳導放大器連接一電阻 4 6，運算放大器 6 4 的非反相輸入端 4 8 連接一與溫度無關的參考電壓 VREF，而反相輸入端則連接電阻 4 6 及 NMOS 電晶體 6 2 的源極，NMOS 電晶體 6 2 的汲極電流經電流鏡 5 7 及 5 9 輸出一電流。

此電路 3 0 中的電流 I_1 及 I_2 即表示第二圖的電路 2 0 中的電流 $I_1(T)$ 及 $I_2(T)$ ，此二電流 $I_1(T)$ 及 $I_2(T)$ 可以藉由選擇電阻 3 4 及 4 6 的電阻值 R_1 及 R_2 決定，亦即

$$I_1(T) = \frac{K_1 V_{ref}(T)}{R_1(T)} \quad (\text{EQ-1})$$



五、發明說明 (5)

$$I_2(T) = \frac{K_2 V_{r2}(T)}{R_2(T)} \quad (\text{EQ-2})$$

其中 T 表示絕對溫度， V_r 表示熱電壓($K T / q$)， K_1 及 K_2 為常數係數， $R_1(T)$ 及 $R_2(T)$ 為電阻 3 4 及 4 6 在絕對溫度 T 時的電阻值。

由數學式 EQ-1 推導出

$$I_1(T) = \frac{K_1 V_r(T)}{R_1(T)} = \frac{K_1 V_r(T_R) \times (1 + TC1_{r1}(T - T_R))}{R_1(T_R) \times (1 + TC1_{r1}(T - T_R))} \quad (\text{EQ-3})$$

其中 T_R 表示參考溫度的絕對溫度，而

$$TC1_{r1} = \frac{\frac{dV_r(T)}{dT}}{V_r(T_R)} = \frac{1}{T_R} \quad (\text{EQ-4})$$

$$TC1_{r1} = \frac{\frac{dR_1(T)}{dT}}{R_1(T_R)} \quad (\text{EQ-5})$$

將數學式 EQ-4 和 EQ-5 代入數學式 EQ-3，可以得到

$$I_1(T) = I_1(T_R) \frac{\left(1 + \frac{1}{T_R} (T - T_R)\right)}{(1 + TC1_{r1}(T - T_R))} \quad (\text{EQ-6})$$



五、發明說明 (6)

其中

$$I_1(T_R) = \frac{K_1 V_{ref}(T_R)}{R_1(T_R)} \quad (\text{EQ-7}) ,$$

係第一電流源 $I_1(T)$ 在參考溫度 T_R 時的大小，稱為第一參考電流。

由數學式 EQ-2 可推導出

$$I_2(T) = \frac{K_2 V_{ref}}{R_2(T)} = \frac{K_2 V_{ref}}{R_2(T_R) \times (1 + TC1_{R2}(T - T_R))} \quad (\text{EQ-8}) ,$$

其中

$$TC1_{R2} = \frac{\frac{dR_2(T)}{dT}}{R_2(T_R)} \quad (\text{EQ-9}) ,$$

將數學式 EQ-9 代入數學式 EQ-8 中，可推導出

$$I_2(T) = I_2(T_R) \frac{1}{(1 + TC1_{R2}(T - T_R))} \quad (\text{EQ-10}) ,$$

其中



五、發明說明 (7)

$$I_2(T_R) = \frac{K_2 V_{ref}}{R_2(T_R)} \quad (EQ-11),$$

係第二電流源 $I_2(T)$ 在參考溫度 T_R 時的大小，稱為第二參考電流。

當 T 等於目標溫度 T_f 時，令

$$I_1(T_f) = K I_2(T_f) \quad (EQ-12),$$

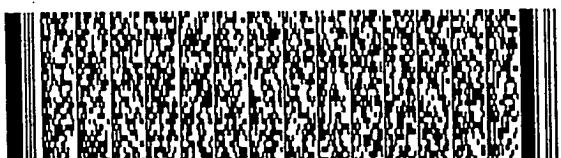
其中 K 為常數係數，則根據數學式 EQ-6 及 EQ-10 可得到

$$I_1(T_R) \frac{\left(1 + \frac{1}{T_R}(T - T_R)\right)}{(1 + TC1_{R1}(T - T_R))} = K I_2(T_R) \frac{1}{(1 + TC1_{R2}(T - T_R))} \quad (EQ-13),$$

令電阻 $3\ 4(R_1)$ 及 $4\ 6(R_2)$ 為相同的材料所製成或具有相同的溫度係數，亦即

$$TC1_{R1} = TC1_{R2} \quad (EQ-14),$$

將其代入數學式 EQ-13 中，便得到



五、發明說明 (8)

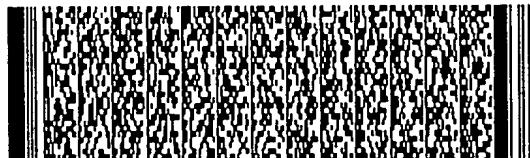
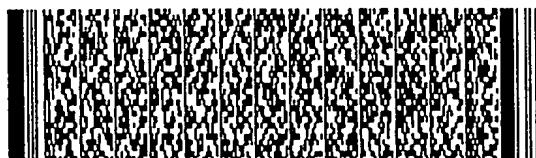
$$I_1(T_R) \left(1 + \frac{(T_r)}{(T_R)} - 1 \right) = K I_2(T_R) \quad (\text{EQ-15})$$

整理數學式 EQ-15 可得

$$\frac{T_r}{T_R} = K \frac{I_2(T_R)}{I_1(T_R)} = K \frac{K_2 R_1(T_R) V_{ref}}{K_1 R_2(T_R) V_T(T_R)} \quad (\text{EQ-16})$$

為一常數。由此可知，使溫度偵測電路 20 或 30 產生動作的目標溫度 T_r 與參考溫度 T_R 的比值正比於二電流源 24 及 22 在參考溫度 T_R 時的電流（亦即 $I_2(T_R)$ 與 $I_1(T_R)$ ）的比值，因此，目標溫度 T_r 僅正比於二電流源 $I_2(T)$ 及 $I_1(T)$ 在參考溫度 T_R 時的電流比值與參考溫度 T_R 的乘積，該溫度偵測電路 20 或 30 幾乎不受製程參數的影響。由數學式 EQ-16 可知，目標溫度 T_r 與參考溫度 T_R 的比值亦正比於電阻 34 及 46 在室溫 T_R 時的電阻值（亦即 $R_1(T_R)$ 與 $R_2(T_R)$ ）的比值與參考電壓 V_{ref} 的乘積。換言之，只要選擇電阻 34 及 46 在參考溫度 T_R 時的電阻值 $R_1(T_R)$ 與 $R_2(T_R)$ 的比值，並選定參考電壓 V_{ref} 的大小，則使溫度偵測電路 20 或 30 產生動作的目標溫度 T_r 將獲得精準的控制。

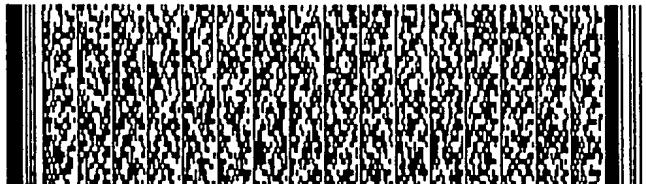
一般而言，電阻的比值在 IC 製程中可以精準地控制，而從前述的說明可知，在本發明的溫度偵測電路及方法中，電阻的變動及其熱效應對溫度偵測的影響已經被消



五、發明說明 (9)

除，因此，該溫度偵測電路及方法幾乎與製程參數無關，電路被觸發的溫度可以預測，而且，此電路容易實現，不需要精準的模擬模型，此外，在大量製造時，產品的性能較一致，再者，在任何溫度下皆可進行校準。

以上對於本發明之較佳實施例所作的敘述係為闡明之目的，而無意限定本發明精確地為所揭露的形式，基於以上的教導或從本發明的實施例學習而作修改或變化是可能的，實施例係為解說本發明的原理以及讓該項技術以各種實施例利用本發明在實際應用上而選擇及其均等來決定。



圖式簡單說明

對於熟習本技藝之人士而言，從以下所作的詳細敘述配合伴隨的圖式，本發明將能夠更清楚地被瞭解，其上述及其他目的及優點將會變得更明顯，其中：

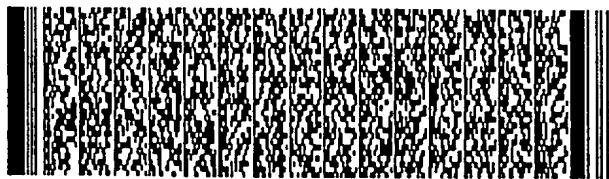
第一圖係習知的溫度偵測電路的示意圖；

第二圖係本發明的溫度偵測電路實施例的示意圖；以及

第三圖係實現第二圖的實施例電路。

圖號說明

- | | |
|-----|------------------|
| 1 0 | 習知的溫度偵測電路 |
| 1 2 | 正比於絕對溫度的電流源 |
| 1 3 | 節點 |
| 1 4 | 電晶體 |
| 1 6 | 電阻 |
| 1 7 | 輸出端 |
| 1 8 | 電流源 |
| 2 0 | 溫度偵測電路 |
| 2 2 | 第一電流源 |
| 2 3 | 輸出端 |
| 2 4 | 第二電流源 |
| 2 6 | 輸出級 |
| 2 8 | 輸出端 |
| 3 0 | 溫度偵測電路 20 的實施例電路 |
| 3 4 | 電阻 |



圖式簡單說明

- 3 5 電晶體
- 3 6 電晶體
- 3 8 NMOS 電晶體
- 4 0 輸出端
- 4 2 緩衝器
- 4 6 電阻
- 4 8 參考電壓輸入端
- 5 0 電流鏡的參考分支
- 5 2 電流鏡的鏡射分支
- 5 4 電流鏡的鏡射分支
- 5 6 電流鏡的鏡射分支
- 5 7 電流鏡
- 5 9 電流鏡
- 6 2 NMOS 電晶體
- 6 4 運算放大器
- 6 6 輸出電容



六、申請專利範圍

1、一種溫度偵測電路，俾在一目標溫度到達時產生一輸出，該溫度偵測電路包括：

第一電流源，以產生正比於絕對溫度的第一電流，在一參考溫度時，該第一正比於絕對溫度的電流為第一參考電流；以及

第二電流源，經一節點與該第一電流源串聯，該第二電流源被供應與溫度無關的參考電壓並產生正比於該參考電壓的第二電流，在該參考溫度時，該第二電流為第二參考電流；

其中，該第一及第二電流源被設計為使得該第二參考電流對該第一參考電流的比值正比於該目標溫度對該參考溫度的比值。

2、如申請專利範圍第1項之溫度偵測電路，其中該第一電流源含有一電流產生器，以產生正比於絕對溫度的基本電流，而該第一電流係從該基準電流導出。

3、如申請專利範圍第2項之溫度偵測電路，其中該第一電流源更含有一電流鏡，以鏡射該基準電流而產生該第一電流。

4、如申請專利範圍第1項之溫度偵測電路，其中該第二電流源含有一傳導放大器，以轉換該參考電壓而產生一基準電流，該第二電流係從該基準電流導出。

5、如申請專利範圍第4項之溫度偵測電路，其中該第二電流源更含有一電流鏡，以鏡射該基準電流而產生該第二電流。



六、申請專利範圍

6、如申請專利範圍第1項之溫度偵測電路，其中該第一電流源含有第一電阻，以決定該第一電流，該第二電流源含有第二電阻，以決定該第二電流，該目標溫度對該參考溫度的比值正比於該第一及第二電阻在該參考溫度時的電阻比。

7、如申請專利範圍第6項之溫度偵測電路，其中該第一及第二電阻具有大致相同的溫度係數。

8、如申請專利範圍第6項之溫度偵測電路，其中該第一及第二電阻係由大致相同的材料製成。

9、如申請專利範圍第1項之溫度偵測電路，其中該參考溫度為室溫。

10、如申請專利範圍第1項之溫度偵測電路，更包括一輸出級連接該節點，以產生該輸出。

11、如申請專利範圍第10項之溫度偵測電路，其中該輸出級包括：

一MOS電晶體，具有一閘極連接該節點，一汲極連接一電流路徑，以及一源極連接一低壓；

一電容，連接在該節點與該源極之間；以及

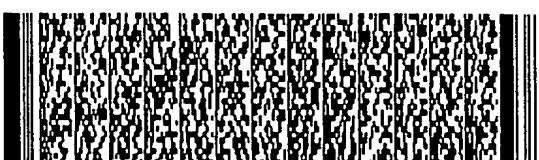
一緩衝器，連接該汲極，以提供該輸出。

12、一種偵測一溫度到達一目標溫度便產生一輸出的方法，包括下列步驟：

經一節點串聯第一及第二電流源；

以該第一電流源產生正比於絕對溫度的第一電流；

供應一與溫度無關的參考電壓給該第二電流源，以產



六、申請專利範圍

生正比於該參考電壓的第二電流；

選擇一參考溫度，使得該第一及第二電流在該參考溫度時分別為第一及第二參考電流，且該目標溫度對該參考溫度的比值正比於該第二參考電流對該第一參考電流的比值；以及

當該溫度到達該目標溫度時，產生該輸出。

1.3、如申請專利範圍第12項之方法，更包括下列步驟：

以一電流產生器產生正比於絕對溫度的基準電流；以及

從該基準電流導出該第一電流。

1.4、如申請專利範圍第13之方法，更包括鏡射該基準電流以產生該第一電流。

1.5、如申請專利範圍第12項之方法，更包括下列步驟：

以一傳導放大器轉換該參考電壓而產生一基準電流；以及

從該基準電流導出該第二電流。

1.6、如申請專利範圍第13之方法，更包括鏡射該基準電流以產生該第二電流。

1.7、如申請專利範圍第12項之方法，更包括下列步驟：

選擇第一電阻以決定該第一電流；以及

選擇第二電阻以決定該第二電流；



六、申請專利範圍

其中，該第一及第二電阻在該參考溫度時的電阻比正比於該目標溫度對該參考溫度的比值。

18、如申請專利範圍第17項之方法，其中該第一及第二電阻具有大致相同的溫度係數。

19、如申請專利範圍第17項之方法，其中該第一及第二電阻被選擇由大致相同的材料製成。

20、如申請專利範圍第12項之方法，更包括選擇室溫為該參考溫度。

21、如申請專利範圍第12項之方法，更包括連接一輸出級至該節點，以產生該輸出。

22、如申請專利範圍第12項之方法，更包括下列步驟：

連接一MOS電晶體的閘極至該節點，汲極至一電流路徑，以及源極至一低壓；

連接一電容在該節點與該源極之間；以及

連接一緩衝器至該汲極，以提供該輸出。



申請案件名稱:溫度偵測電路及方法

第 1/18 頁

第 2/18 頁

第 4/18 頁

第 4/18 頁

第 5/18 頁

第 5/18 頁

第 6/18 頁

第 6/18 頁

第 7/18 頁

第 7/18 頁

第 8/18 頁

第 9/18 頁

第 10/18 頁

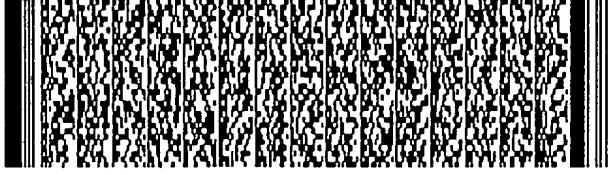
第 11/18 頁

第 11/18 頁

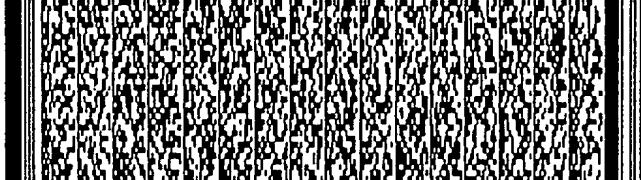
第 12/18 頁

申請案件名稱:溫度偵測電路及方法

第 13/18 頁



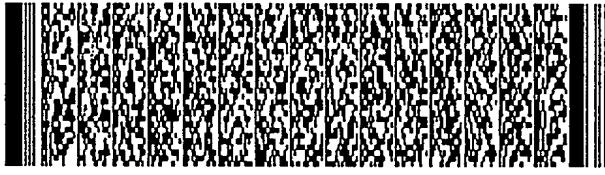
第 15/18 頁



第 16/18 頁



第 18/18 頁



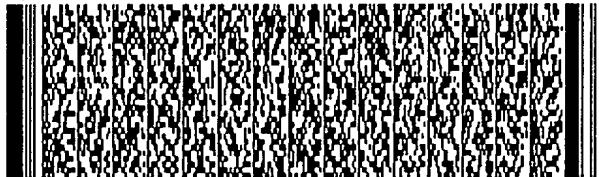
第 14/18 頁



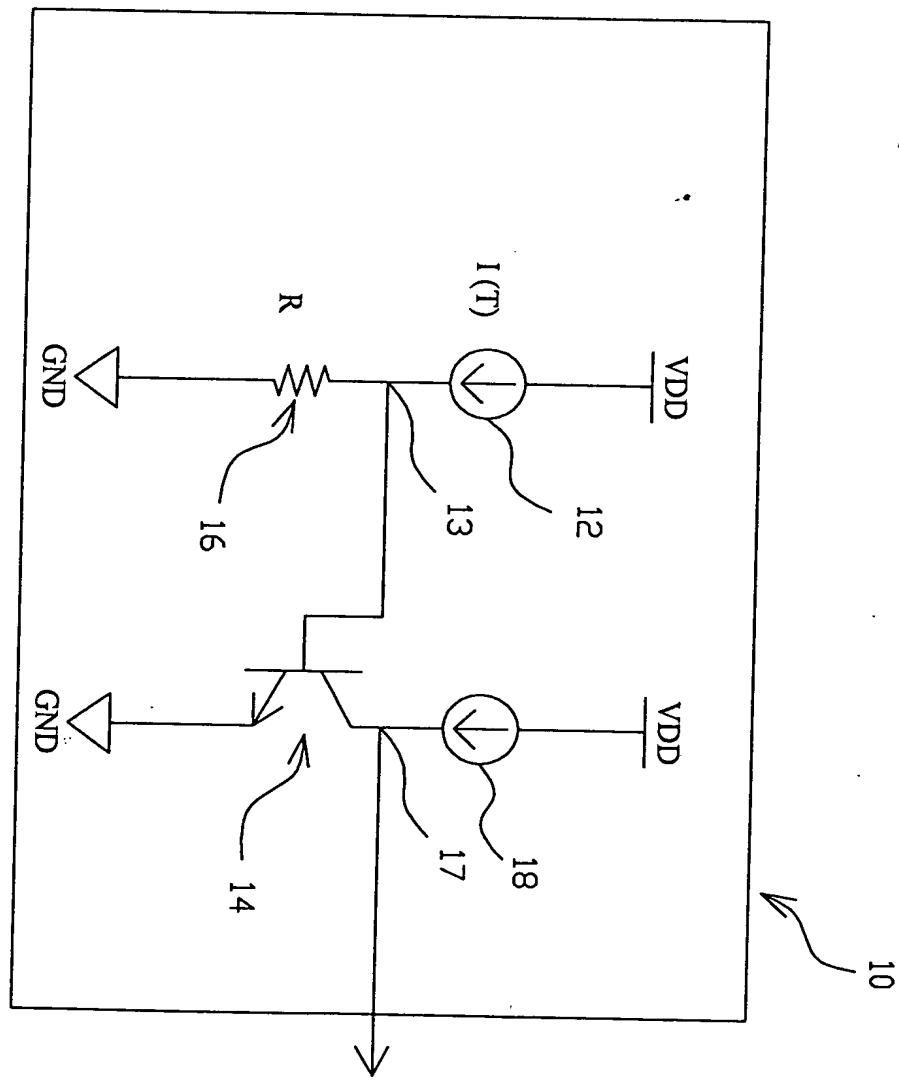
第 16/18 頁



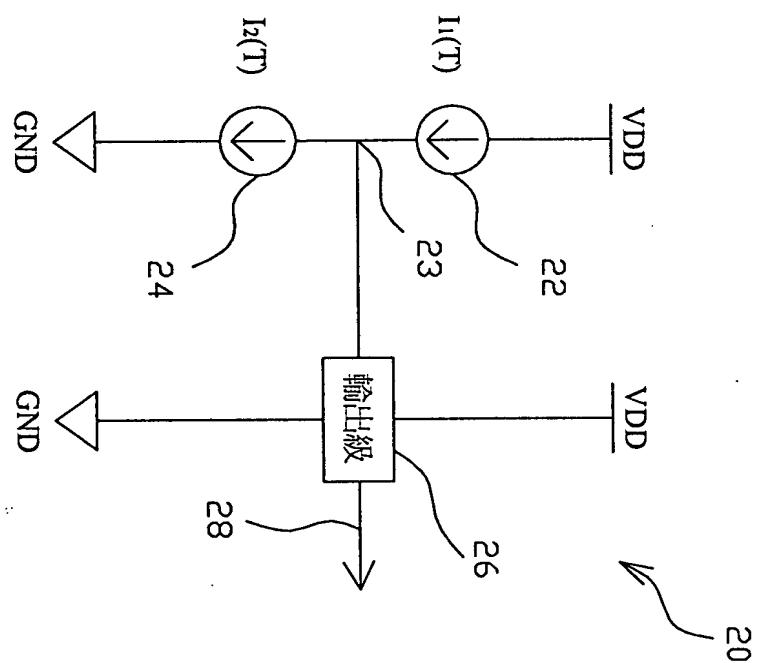
第 17/18 頁

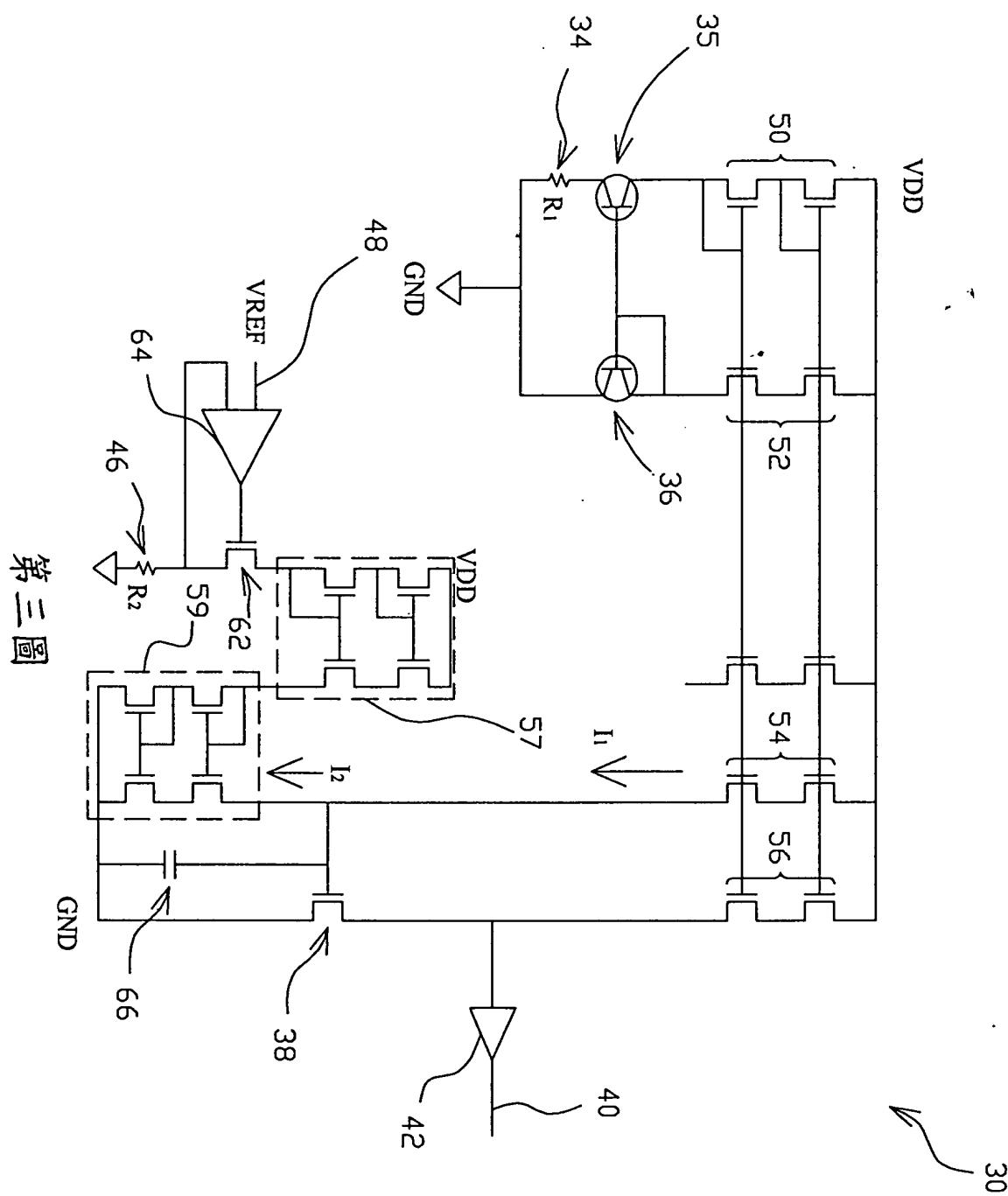


第一圖



第二圖





第三圖